

⑫ 特 許 公 報 (B 2)

平3-54575

⑬ Int. Cl.³A 61 B 5/00
5/22

識別記号

1 0 1 N
A

庁内整理番号

7916-4C
7831-4C

⑭ 公告 平成3年(1991)8月20日

請求項の数 3 (全6頁)

⑮ 発明の名称 生体組織の機械的性状測定装置及び生体組織の機械的性状測定用データ検出器

⑯ 特 願 平1-138401

⑰ 公 開 平3-4835

⑱ 出 願 平1(1989)5月31日

⑲ 平3(1991)1月10日

⑳ 発 明 者 堀 川 宗 之 東京都台東区上野6-7-15
 ㉑ 発 明 者 海 老 原 進 一 郎 東京都新宿区本塩町10 四谷コーポラス57号
 ㉒ 発 明 者 坂 井 文 彦 東京都渋谷区神宮前2-2-39-207
 ㉓ 発 明 者 秋 山 実 東京都狛江市岩戸南2-7-1
 ㉔ 出 願 人 海 老 原 進 一 郎 東京都新宿区本塩町10 四谷コーポラス57号
 ㉕ 出 願 人 堀 川 宗 之 東京都台東区上野6-7-15
 ㉖ 出 願 人 坂 井 文 彦 東京都渋谷区神宮前2-2-39-207
 ㉗ 出 願 人 秋 山 実 東京都狛江市岩戸南2-7-1
 ㉘ 代 理 人 弁理士 本 田 崇
 審 査 官 川 端 修
 ㉙ 参 考 文 献 特開 昭61-249435 (JP, A) 特開 昭61-238224 (JP, A)
 特開 昭61-203938 (JP, A) 特開 昭51-84684 (JP, A)

1

2

㉚ 特許請求の範囲

1 一端が生体組織に当接する当接部材と、この当接部材の他端に設けられこの当接部材の前記一端が前記生体組織から受ける力に応じた信号を出力する荷重変換器と、この荷重変換器を収容するケースと、前記当接部材と一体に移動すると共に前記当接部材の前記一端が当接している前記生体組織の測定部位近傍に光を照射しその反射光を検出して前記当接部材の変位に応じた信号を出力する変位検出器とを具備する生体組織の機械的性状測定用データ検出器。

2 一端が生体組織に当接する当接部材とこの当接部材の他端に設けられこの当接部材の前記一端が前記生体組織から受ける力に応じた信号を出力する荷重変換器と、この荷重変換器を収容するケースと、前記当接部材と一体に移動すると共に前記当接部材の前記一端が当接している前記生体組織の測定部位近傍に光を照射しその反射光を検出して前記当接部材の変位に応じた信号を出力する

変位検出器と、前記荷重変換器と前記変位検出器の出力から前記測定部位における圧力 y と変位 x との関係を求め、これから dy/dx を算出するデータ処理手段とを具備する生体組織の機械的性状測定装置。

3 把手部と、この把手部に対し摺動自在とされ一端が生体組織に当接する所定の重さの軸部と、前記軸部と一体に移動すると共に前記軸部の前記一端が当接している前記生体組織の測定部位近傍に光を照射しその反射光を検出して前記軸部の変位に応じた信号を出力する変位検出器とを具備する生体組織の機械的性状測定用データ検出器。

発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は生体組織の機械的性状を測定するために使用される装置に関する。

(従来技術)

生体組織の機械的性状、例えば筋肉の硬さ等の測定は従来は医師等が直接測定部位に触れて行な

3

つていた。

(発明が解決しようとする課題)

しかしこのような測定は正確でなく、装置によつて定量的に正しく測定することが望まれている。

本発明はこのようなことに鑑みなされたもので、その目的は生体組織の機械的性状を定量的に正しく測定するための装置を提供することである。

(課題を解決するための手段)

第1の発明は、一端が生体組織に当接する当接部材と、この当接部材の他端に設けられこの当接部材の前記一端が前記生体組織から受ける力に応じた信号を出力する荷重変換器と、この荷重変換器を収容するケースと、前記当接部材と一体に移動すると共に前記当接部材の前記一端が当接している前記生体組織の測定部位近傍に光を照射しその反射光を検出して前記当接部材の変位に応じた信号を出力する変位検出器とを具備する構成となつている。

第2の発明は、上記第1の発明の構成に更に、前記荷重変換器と前記変位検出器の出力から前記測定部位における圧力 y と変位 x との関係を求め、これから dy/dx を算出するデータ処理手段が追加された構成となつている。

第3の発明は、把手部と、この把手部に対し摺動自在とされ一端が生体組織に当接する所定の重さの軸部と、前記軸部と一体に移動すると共に前記当接部材の前記一端が当接している前記生体組織の測定部位近傍に光を照射しその反射光を検出して前記当接部材の変位に応じた信号を出力する変位検出器とを具備する構成となつている。

(作用)

第1の発明では、操作者がケースを手を持ち、当接部材の一端を生体組織の測定部位に当接させて押圧する。このとき荷重変換器は前記生体組織の測定部位から受ける力に応じた信号を出力する。一方変位検出器は当接部材と共に移動しながら生体組織の測定部位近傍に光を照射し、その反射光を検出して当接部材の変位量を検出してそれ

に応じた信号を出力する。
第2の発明では、第1の発明のデータ検出器から出力される圧力 y 、変位 x の関係を求め、これから dy/dx を計算する。

4

第3の発明では、操作者は把手部を把持し、軸部を生体組織表面の測定部位に対し略垂直にし、軸部の一端をその測定部位に当接させる。このとき軸部の前記一端は把手部に対し摺動する。変位変換器は軸部の変位を検出する。軸部の重さは予め測定しておく。この重さが測定中、軸部の前記一端に継続してかかることになる。

(実施例)

第1図に第2の発明の測定装置の一実施例を示す。この測定装置において、1は生体組織表面の測定部位に圧力を与えその応力と変位に夫々応じた信号を出力するデータ検出器、2はデータ検出器1の出力信号を増幅する増幅器、3は増幅器2から出力される信号をデジタル信号に変換するA/D変換器、4はA/D変換器3から出力されるデジタル信号を保持するデータ保持部、5はデータ保持部4が保持するデータを処理するデータ処理部、6はデータ処理部5から出力される処理結果のデータ及びデータ保持部4が保持するデータを表示する表示器である。尚、7はデータ保持部4が保持するデータやデータ処理部5が出力する処理結果のデータを保存するためのディスクを示し、8は表示器6が表示したデータを保存するためのハードコピーを示す。

第1図に示すデータ検出器1は具体的には第2図に示す構成となつている。このデータ検出器1が第1の発明の一実施例である。第2図中11は略円筒状のケース、12はケース11内に固着された荷重変換器、13は一端が荷重変換器12の押圧部12aに当接し中間部がケース11の先端部に設けられた穴部に挿通された当接部材、14は当接部材13の前記一端に設けられているフランジ部13aを荷重変換器12側に押圧するばね、15はケース11に取付けられた変位変換器である。

当接部材13の他端は中間部よりも径が大きい円盤状となつており、この円盤状の底面が生体組織16の表面に当接する測定面13bである。この測定面13bの面積は1cm²である。当接部材13はばね14によつて荷重変換器12の押圧部12aに微小の荷重を与えて当接部材13が常に押圧部12aと接触している状態とする。

変位変換器15は、ガイド光発光部17、レーザ受光部(図示せず)、レーザ発光部(図示せ

ず)、レーザ受光部がガイド光20の影響を受けないようにするためのフィルタ19、レーザ受光部が受けるレーザ光の位置を検出する位置検出器(図示せず)から成る。ガイド光発光部17は楕円レンズを有しており光源からの光はこの楕円レンズを透過している。当接部材13とガイド光20の光路とは約4cm離れている。レーザ発光部はガイド光20が照射する生体組織16の表面の1点を照射するように向けられている。レーザ発光部からのレーザ光18はガイド光20が示す生体組織16の表面で反射し、フィルタ19を経てレーザ受光部に入る。位置検出器はレーザ受光部が受けるレーザ光18の位置に応じた信号を出力する。この信号がケース11の変位位、すなわち当接部材13の変位を示す変位信号である。この変位信号と荷重変換器12が出力する応力信号とはリード線21を介して第1図に示した増幅器に至るようになってい

る。次にこのように構成された装置の動作を説明する。

まず操作者は、第2図に示したデータ検出器1のケース11を把持し、当接部材13の測定面13bを測定すべき生体組織16の表面に当接させる。そして操作者は当接部材13が生体組織16の表面に対し略直交する状態とし、ケース11をその生体組織16の表面側に近づけるようにする。このとき荷重変換器12は測定面13bが生体組織16から受ける応力を示す応力信号を出力し、変位変換器15は測定面13bの変位を示す変位信号を出力する。これらの信号はいずれも増幅器2に至る。増幅器2で増幅された応力信号及び変位信号はA/D変換器3でデジタル信号に変換された後、データ保持部4に保持される。尚、増幅器2は応力信号が零から微小変化した時点で測定開始信号をA/D変換器3へ与える。A/D変換器3はこの信号により変位信号を零にリセットし、以後与えられる応力信号及び変位信号をデータ保持部4にA/D変換して出力する。このとき表示器6はデータ保持部4が保持するデータを表示しており、第3図aに示される曲線が表示される。次に操作者は応力または変位が予め定められた値となつたときに、ケース11を生体組織16から徐々に遠ざけるように移動させて測

定面13bが生体組織16に与える力を徐々に小さくし、応力を零にする。このとき表示器6に第3図bに示されるような曲線が表示される。

次に操作者はデータ処理部5を操作してこのデータ処理部5に以下の処理を行なわせる。

まずデータ保持部4が保持している第3図aに示すデータに基づいてその曲線を示す近似式を求める。ここで生体組織における変位 x 、応力 y の関係は次式で近似されることを利用する。

$$y = \alpha \cdot e^{\beta x} - \alpha \quad \dots(1)$$

α 、 β は測定部位の性状で決まる定数である。そこでまず、この測定部位における α 、 β を第3図aに示すデータから求める。これは三点推定法に従つて処理する。

次に(1)式を x で微分した式

$$dy/dx = \beta \cdot y + \alpha \cdot \beta \quad \dots(2)$$

に求めた α 、 β を代入して、第4図cに示すような dy/dx と y の関係を示すグラフを表示器6に表示させる。この dy/dx は弾性率であり、生体組織16の測定部位における組織の硬さである。ここでデータ処理部5は、その生体組織16の測定部位における基準データ(例えば健全なときのデータ)を予め保持しておき、このデータ(第4図dに示す)も表示器6の画面に表示する。このようにすれば、生体組織16の測定部位の硬さが現在どのような状態にあるのかを一見して知ることができる。

以上は第3図aに示したデータの処理であるが第3図bに示したデータの処理も同様に行なう。

第4図に示したように、生体組織の硬さは応力によつて異なるものである。すなわち、応力を指定することにより初めて硬さが得られるのである。ここで応力 p のときの硬さを S_p と表わす。無負荷時($p=0$)の硬さは(2)式より $S_0 = \alpha \cdot \beta$ である。一方、 β は硬さの変化の度合を表わす。更に、生体組織の応力は第3図に示したようにヒステリシスループを描くものである。そこで、データ処理部5は上記処理の過程で求めた β とある定められた圧力 p における硬さ S_p 及び、ヒステリシスの大小(ある応力における変位量の差)も表示器6に表示させるようにする。このようにすればより詳細に測定部位の性状を知ることができる。

ここで具体的な例を1つ挙げる。ある被検者に10kgの鉄亜鈴を持ち上げさせ、その前後における増幅筋の硬さを本実施例装置で測定した。応力200gfのときの硬さ S_{200} は鉄亜鈴持ち上げ前では350gf/cm、持ち上げ後は800gf/cmであった。これにより測定部位の硬さは明らかに上昇したことがわかる。

本実施例ではレーザ光を用いて変位を測定しており、その測定は対象物に対し非接触的に行なうので正確な結果が得られる。しかし、変位を得る際に対象物に与える力が微小であるならば、データ検出器は第5図に示すようにポテンシオメータを用いたものであっても良い。

第5図は第2図に示した変位変換器15の代りに、ポテンシオメータを用いた変位変換器30が取り付けられたデータ検出器を示している。図中31はロッド、32は筐体33に設けられロッド31を当接部材13と平行な方向に摺動自在となるように保持する保持部、34はポテンシオメータである。ロッド31にはラック35が設けられ、このラック35はポテンシオメータ34の回転軸に取付けられたギア36と噛合している。従つてポテンシオメータ34は、ロッド31が当接部材13と平行な方向に移動すればその変位を出力する。つまり第5図に示すように、当接部材13が生体組織16を押圧してその表面を陥没させると、ロッド31の先端は生体組織16の表面に当接しているのでロッド31は相対的に上方に押される状態となり、ポテンシオメータ34を回転させる。ポテンシオメータ34はこの回転角度に応じた信号を出力する。この信号から当接部材13によつて陥没した部位の深さ、すなわち測定部位の変位を知ることができる。このようなデータ検出器によつても前述の実施例と同様の効果が得られる。

以上の実施例において、データ処理部5は1回の測定により得た応力 y 及び変位 x のデータに基づいて処理を行なつた。しかし、同一部位について複数回の測定を行ない、 β 、 S_p 、ヒステリシスの大きさについて平均値を算出するようにしても良い。このようにすればより正確な性状データが得られる。

次に第3の発明を用いた実施例を説明する。この実施例で用いられるデータ検出器は第6図に示

す如くである。更にこの測定装置は第1図に示した装置と略同じ構成であり、データ処理部5の機能が若干異なるだけであるから、装置全体については第1図を参照して説明する。

まず第6図のデータ検出器について説明する。この検出器が第2図に示したデータ検出器1と異なるのは、そのケース11の上面に分銅41を載置するときに必要な突起42と、ケース11を摺動自在に保持する把手部43を有する点である。把手部43はケース11の周囲を覆う略円筒状である。ただし変位変換器15はケース11に対し突設されているので、把手部43は変位変換器15の移動を阻害しない形状とされている。分銅41にはその中央に穴部40が設けられており、分銅41はこの穴部40に突起42が挿通された状態でケース11に載置される。他の構成要素は第2図の検出器と同じであるので同じ番号が付してある。ただし本実施例では荷重変換器は不要である。本実施例では当接部材13、ケース11及び分銅41が軸部を構成する。変位変換器15は第2図に示した実施例と同様にケース11に取付けられている。従つて変位変換器15は、軸部と一体に移動すると共に軸部の一端（当接部材13の一端）が当接する生体組織の測定部位近傍にレーザ光を照射しその反射光を検出して軸部の変位に応じた信号を出力するものである。この信号が測定部位の変位を示すことは第2図に示した実施例と同様である。

次に本実施例装置の動作を説明する。

まず操作者は分銅41をケース11の上面に載置し、把手部43を把持し、当接部材13が略垂直状態となるようにしてその測定面13bを生体組織の測定部位に当接させる。ここで増幅器2は前述の実施例と同様A/D変換器3に測定開始信号を出力する。この信号を受けた時点からA/D変換器3は、与えられる変位信号をA/D変換してデータ保持部4に出力する。データ保持部4はこのデータを時刻と対応づけて保持する。データ処理部5はデータ保持部4が保持しているデータに基づいて、当接部材13が測定部位に当接したときから変位が一定となるまでの時間を計算し、その結果を表示器6に表示させる。この時間が荷重（圧力） p についての時定数 T_p である。この T_p も測定部位の粘弾性を表わす指標の1つであ

る。尚、荷重 p は重さが異なる分銅41を用いたり、同一重さの分銅41を複数個用意して必要な数だけケース上面に載置する等すれば容易に調節することができる。更にデータ処理部5は時間を横軸に、荷重及び変位を縦軸にとったグラフを作成し、これを表示器6に表示させるようにしても良い。

データ処理部5は、このような計時機能を有する他、前述した実施例と同じ機能を有するものである。

〔発明の効果〕

これらの発明によれば、生体組織の機械的性状を簡単かつ正確に定量化することができる。これらの発明は、肩凝り（筋緊張度）の定量化や運動生理学、スポーツ医学、運動療法、整形外科、産

業衛生（例えばVDT障害）などの領域での筋肉および運動系組織の機械的性状の同定、浮腫や強皮症などの鑑別診断に用いるときわめて便利である。

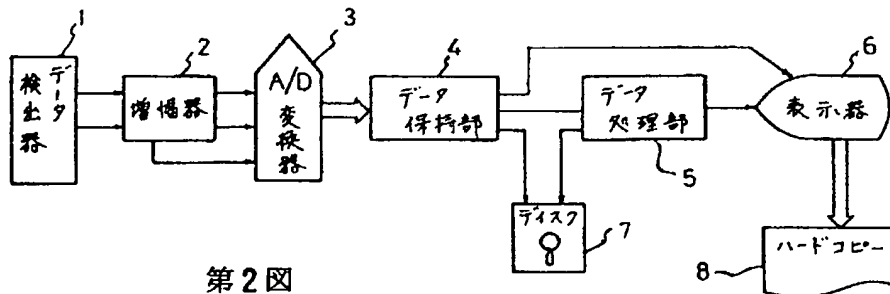
5 図面の簡単な説明

第1図は第2の発明の一実施例を示す図、第2図は第1の発明の一実施例を示す図、第3図及び第4図は第1図に示した装置の動作を説明するための図、第5図はポテンシヨメータを用いたデータ検出器を示す図、第6図は第3の発明の一実施例を示す図である。

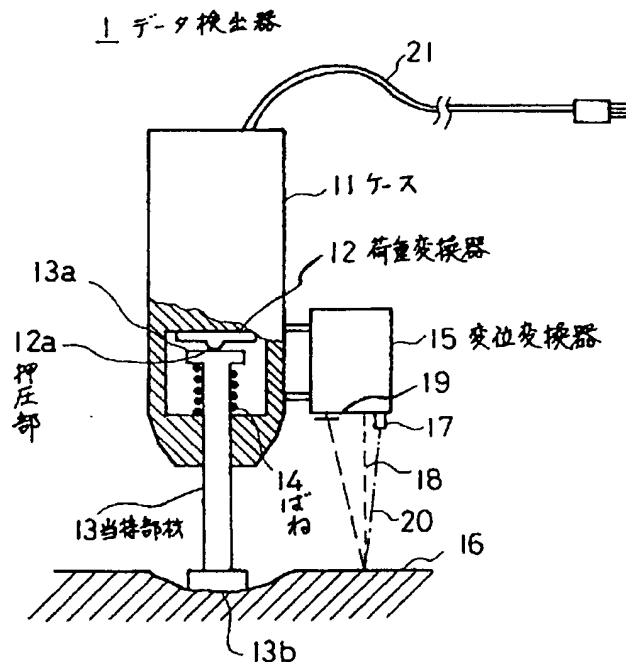
1……データ検出器、5……データ処理部、11……ケース、12……荷重変換器、13……当接部材、15……変位変換器、43……把手部。

15

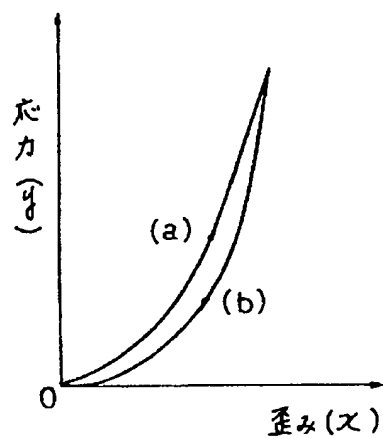
第1図



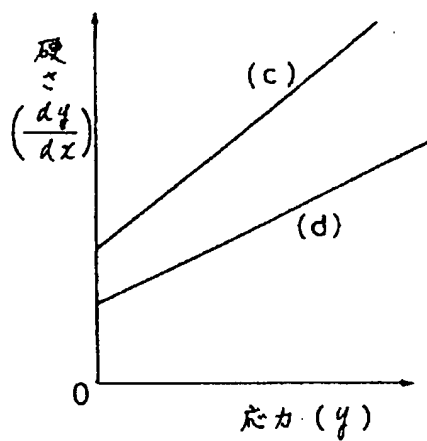
第2図



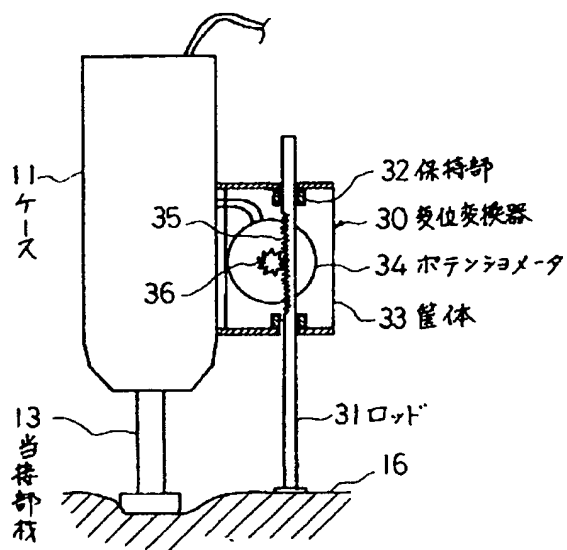
第3図



第4図



第5図



第6図

